

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2005年10月6日 (06.10.2005)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2005/092588 A1

(51) 国際特許分類⁷: B29C 33/38, 33/42 // B29L 11:00

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/005012

(22) 国際出願日: 2005年3月18日 (18.03.2005)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2004-089859 2004年3月25日 (25.03.2004) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 三洋電機株式会社 (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 Osaka (JP). 三洋マービック・メディア株式会社 (SANYO MAVIC MEDIA CO., LTD) [JP/JP]; 〒5030195 岐阜県安八郡安八町大森180番地 Gifu (JP).

(71) 出願人および

(72) 発明者: 小林 伸二 (KOBAYASHI, Shinji) [JP/JP]; 〒5032425 岐阜県揖斐郡池田町六之井 417-6 Gifu (JP). 山口 淳 (YAMAGUCHI, Atsushi) [JP/JP]; 〒5010222 岐阜県瑞穂市別府 1445-1-3 O 5 Gifu (JP). 鶴見 聰 (SUMI, Satoshi) [JP/JP]; 〒5013101 岐阜県岐阜市岩井 3-20-7 Gifu (JP). 樋口 政廣 (HIGUCHI, Masahiro) [JP/JP]; 〒5032306 岐阜県安八郡神戸町北一色 1326-2 Gifu (JP). 前納 良昭 (MAENO, Yoshiaki) [JP/JP]; 〒5010304 岐阜県瑞穂市田之上 88-2 Gifu (JP).

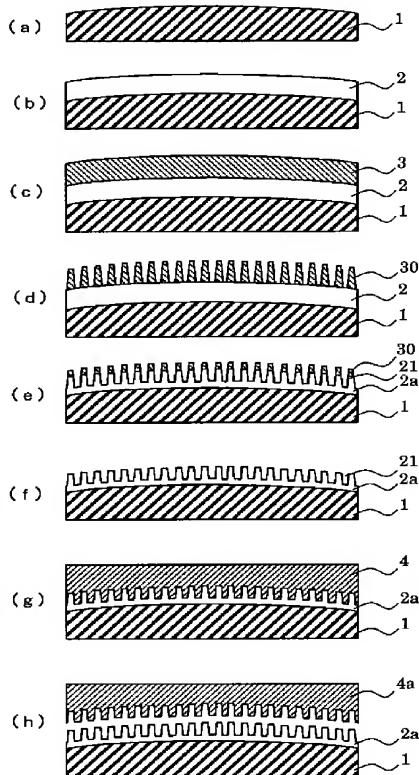
(74) 代理人: 烏居 洋, 外 (TORII, Hiroshi et al.); 〒5310072 大阪府大阪市北区豊崎3丁目20番10号 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,

/ 続葉有 /

(54) Title: PRODUCTION METHOD OF CURVED-SURFACE METAL MOLD HAVING FINE UNEVEN STRUCTURE AND PRODUCTION METHOD OF OPTICAL ELEMENT USING THIS METAL MOLD

(54) 発明の名称: 微細凹凸構造を有する曲面金型の製造方法及びこの金型を用いた光学素子の製造方法



(57) Abstract: A method of easily producing a metal mold able to add an antireflection structure to a lens or the like having a complicated surface shape such as an aspherical lens. The method comprises the steps of forming a silicon dioxide film (SiO_2) film (2) on a curved-surface base material (1) formed in a specified shape, forming by etching a specified-shape antireflection-structure pattern on the silicon dioxide film (SiO_2) film (2) using a resist mask (3), bonding a metal mold-use metal (4) onto a silicon dioxide film (SiO_2) film (2) on which this antireflection film pattern is formed to transfer the antireflection film pattern onto the metal mold-use metal (4), and then removing the silicon dioxide film (SiO_2) film to form a metal mold (4a) having an antireflection structure on the curved surface.

(57) 要約: この発明は、非球面レンズなど複雑な表面形状を持つレンズなどに反射防止構造を付加できる金型を容易に製造できる方法を提供することを目的とする。この発明は、所定形状に形成された曲面母材1上に二酸化シリコン膜(SiO_2)膜2を形成し、この二酸化シリコン膜(SiO_2)膜2にレジストマスク3を用いて所定形状の反射防止構造のパターンをエッチングを施して形成し、この反射防止膜パターンが形成された二酸化シリコン膜(SiO_2)膜2上に金型用金属4を被着させ、金型用金属4に反射防止膜パターンを転写した後、二酸化シリコン膜(SiO_2)膜を取り除き曲面に反射防止構造を有する金型4aを形成する。

WO 2005/092588 A1



ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ヨーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,

IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 國際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

微細凹凸構造を有する曲面金型の製造方法及びこの金型を用いた光学素子の製造方法

技術分野

[0001] この発明は、反射防止構造などの微細凹凸構造を有する曲面金型の製造方法に係り、曲面加工が容易な部材を用いて微細凹凸構造を有する曲面金型を製造する方法並びにこの金型を用いて光学素子を製造する方法に関するものである。

背景技術

[0002] 従来より、ガラス、プラスチックなどの透光性材料を用いた光学ピックアップ、非球面レンズ等の光学素子においては、基板の光入射面に反射を防止するための表面処理が施されている。この表面処理としては、薄膜の誘電体膜を重畳させた多層膜を透光性基板表面に真空蒸着等により成膜する方法や、光学素子表面に微細で且つ緻密な凹凸を設ける方法がある。

[0003] 光学素子表面に微細で且つ緻密な凹凸形状からなる反射防止構造は、金型を用いてプラスチック成形で形成することが知られている(例えば、特許文献1参照)。

[0004] 微細で緻密な凹凸形状からなる反射防止構造を有する光学素子を成形するための金型は、石英やシリコンを基材として用いて、この基材に所定の反射防止構造をエッチング加工により形成し、この基材にメッキを施して作成している。

[0005] ところで、光学ピックアップのレンズなどのように、レンズとして所定の曲率を有するものに上記した反射防止構造を設けるためには、基材となる石英やシリコンに所定の曲面加工を施す必要がある。

特許文献1:特開昭62-96902号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0006] 非球面レンズなど複雑な表面形状を持つレンズなどの場合、金型の形成のための基材の加工が困難である。すなわち、基材として石英やシリコンなどを用いる場合、これら基材の加工が難しく、形成の際に割れ、欠けなどが発生することが多く、金型を

製造するのに、時間と費用が嵩むという問題があった。

[0007] この発明は、上記した従来の問題点を解決するためになされたものにして、非球面レンズなど複雑な表面形状を持つレンズなどに微細で且つ緻密な凹凸形状を付加できる金型を容易に製造できる方法を提供することを目的とする。

[0008] また、この発明は、微細で且つ緻密な凹凸形状を表面に設けた非球面レンズなど複雑な表面形状を持つレンズなどの光学素子を容易に製造できる方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] この発明の微細凹凸構造を有する金型の製造方法は、所定形状に形成された曲面母材上にシリコン系膜を形成し、このシリコン系膜にマスクを用いて所定形状の微細な凹凸構造のパターンをエッチングを施して形成し、この微細な凹凸構造のパターンが形成されたシリコン系膜上に金型用金属を被着させ、この金型用金属に微細な凹凸構造のパターンを転写した後シリコン系膜を取り除き、曲面に微細凹凸構造を有する金型を形成することを特徴とする。

[0010] 前記微細な凹凸構造のパターンは反射防止パターンであることを特徴とする。

[0011] 前記マスクはフォトレジストからなり、前記曲面母材上とシリコン系膜との間に反射防止膜を形成すればよい。

[0012] 前記曲面母材上とシリコン系膜との間に離型材膜を形成するとよい。

[0013] また、前記シリコン系膜は、スパッタリング法により形成された二酸化シリコン膜で構成することができる。

[0014] また、この発明の微細凹凸構造を有する金型の製造方法は、所定形状に形成された曲面母材上にシリコン系膜を形成し、このシリコン系膜上に有効領域部分は所定形状の微細な凹凸からなるパターンを有し、その外側に行くほど凹凸パターンの体積比率が変化したマスクを設け、このマスクを用いて前記シリコン系膜に外周から内周に向かって、徐々に微細な凹凸の深さが深くなり、有効領域で所定の深さ、形状の凹凸が形成された微細なパターンをエッチングを施して形成し、この凹凸パターンが形成された基板上に金型用金属を被着させ、この金型用金属に凹凸パターンを転写した後、前記基板と金型用金属を分離して金型を形成することを特徴とする。

[0015] また、この発明の光学素子の製造方法は、所定形状に形成された曲面母材上にシリコン系膜を形成し、このシリコン系膜にマスクを用いて所定形状の微細な凹凸構造のパターンをエッチングを施して形成し、この微細な凹凸構造のパターンが形成されたシリコン系膜上に金型用金属を被着させ、この金型用金属に微細な凹凸構造のパターンを転写した後シリコン系膜を取り除き、曲面に微細凹凸構造を有する金型を形成し、この金型を固定金型、可動金型の少なくとも一方に取り付け、前記固定金型と可動金型とを用いた射出成形により、少なくとも一方の面に微細凹凸構造を有する光学素子を製造することを特徴とする。

発明の効果

[0016] 以上説明したように、この発明によれば、球面、軸対象非球面など複雑な形状であっても所定の曲面形状を有する曲面母材を容易に形成でき、そして、この曲面母材の曲面に基づいて、球面、軸対象非球面など複雑な形状であっても所定の曲面を有し、そして、微細で緻密な凹凸形状構造を有する曲面金型を形成することができる。

[0017] また、反射防止膜を設けることで、レジストのパターニングをより緻密に行えるので、より微細で緻密な凹凸形状からなる反射防止構造を有する曲面金型を形成することができる。

[0018] 離型材膜を用いることで、金型側と母材側の分離が容易に行える。

[0019] また、外周から内周に向かって、徐々に反射防止機能の深さが深くなり、有効領域では所定のピッチで円錐状の凹凸が形成された反射防止構造を有する曲面金型を用いることで、樹脂を充填したときに外周側から剥がれやすくなり、金型(スタンパ)や成型品が破損する虞がなくなる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]この発明の第1の実施形態にかかる反射防止構造を有する曲面金型の製造を工程別に示す断面図である。

[図2]この発明の第2の実施形態にかかる反射防止構造を有する曲面金型の製造を工程別に示す断面図である。

[図3]この発明の第3の実施形態にかかる反射防止構造を有する曲面金型の製造を工程別に示す断面図である。

[図4]この発明の第4の実施形態にかかる反射防止構造を有する曲面金型の製造を工程別に示す断面図である。

[図5]光学素子の外周から内周に向かって、徐々に光学素子の反射防止機能の深さを深くするための露光工程を示す平面図である。

[図6]この発明により製造される光学素子の各領域の金型と成型品との付着力との関係を示す図である。

[図7]この発明にかかる光学素子の製造方法に用いられる成形型の形状及び構造を示す側方断面図である。

符号の説明

- [0021]
 - 1 曲面部材
 - 2 二酸化シリコン膜(SiO_2)膜
 - 3 レジスト膜
 - 4 金属層
 - 4a、4b 金型(スタンパ)

発明を実施するための最良の形態

[0022] 以下、この発明の実施の形態につき、図面を参照して説明する。図1は、この発明の第1の実施形態にかかる緻密で且つ微細な凹凸からなる反射防止構造を有する曲面金型の製造を工程別に示す断面図である。

[0023] 図1(a)に示すように、光学ピックアップ用対物レンズ、コリメータレンズなど球面、軸対象非球面など所定の曲面形状を有する曲面母材1を用意する。この曲面母材1は、曲面加工の容易な金属基材、またはその金属金型から成形した樹脂基材、あるいはガラス基材を用いる。この実施形態においては、被切削性の良好なアルミ合金や無炭素銅などに対してダイヤモンド工具を回転させる超精密マイクロ加工機により、球面、軸対象非球面など所定の曲面に鏡面加工されて形成されている。

[0024] 続いて、図1(b)に示すように、曲面母材1の所定の曲面が形成された表面上に、スパッタ法により、シリコン系膜として二酸化シリコン膜(SiO_2)膜2を500nmから $1\ \mu\text{m}$ 程度成膜する。この実施形態においては、 SiO_2 ターゲットを用いたRFマグネットロンスパッタにより、膜厚900nmの二酸化シリコン膜(SiO_2)膜2を成膜した。この時の成膜

条件は、 SiO_2 ターゲットを用いて、基板温度が200°C、アルゴン(Ar)ガス流量が20sccm、圧力が1.36Paである。

[0025] そして、図1(c)に示すように、二酸化シリコン膜(SiO_2)膜2上にレジストを塗布する。このレジスト塗布は、レジストとして、例えば、東京応化工業株式会社製の商品名「TDUR-P009」を用いて、回転数4000rpmでスピンドルコート塗布し、膜厚600nmのレジスト膜3を形成した。

[0026] 続いて、図1(d)に示すように、塗布したレジスト膜3に対して露光、現像を行いレジストパターン30を形成する。この実施形態においては、露光装置として、2光束干渉露光装置(波長 $\lambda = 266\text{nm}$)を用い、露光パワー750mJで1回目の露光を行い、基板を90度回転させて露光パワー750mJで多重露光した。そして、東京応化工業株式会社製の商品名「NMD-W」で現像し、250nmピッチで円錐状の突起が多数形成されたレジストパターン30を形成した。

[0027] 次に、図1(e)に示すように、上記レジストパターン30をマスクとして反応性イオンエッチング(RIE)により、二酸化シリコン膜(SiO_2)膜2をパターニングする。この実施形態では、RIEエッチング装置として、アルバック(ULVAC)株式会社製の商品名「NL-D-800」を用いた。エッチングガスとしては、 C_4F_8 と CH_2F_2 の混合ガスを用い、アンテナ電源を1500W、バイアス電源を400W、二酸化シリコン膜(SiO_2)のエッチングレートを12nm/secとして、加工深さが500nmの円錐状の溝21を形成した。

[0028] その後、図1(f)に示すように、酸素プラズマアシシングでレジストパターン30が形成されたレジスト膜を除去すると、所定の曲面を有して、表面に円錐状の微細且つ緻密な凹凸が設けられた二酸化シリコン膜(SiO_2)からなる反射防止構造2aが形成されることになる。

[0029] そして、図1(g)に示すように、金型(スタンパ)となる金属層4を二酸化シリコン膜(SiO_2)からなる反射防止構造2a上に形成する。金属層4は、まずニッケル(Ni)シード層をスパッタで形成した後、その上に電界メッキでニッケル層を形成し、裏面を研磨して所定の厚さの金型(スタンパ)となる金属層4を形成する。

[0030] 最後に、図1(h)に示すように、二酸化シリコン膜(SiO_2)と金属層4との境界から機械的に金型(スタンパ)4aを剥離させることにより、この実施形態による250nmピッチ

で円錐状の微細且つ緻密な凹凸が形成された反射防止構造を有する曲面金型4aが得られる。

[0031] 上記の実施形態においては、球面、軸対象非球面など複雑な形状であっても所定の曲面形状を有する曲面母材1を超精密マイクロ加工機により容易に形成できる。そして、この曲面母材1の曲面に基づいて、上記(b)から(h)の工程を経ることにより、球面、軸対象非球面など複雑な形状であっても所定の曲面を有し、そして、微細で緻密な凹凸形状からなる反射防止構造を有する曲面金型4aを形成することができる。

[0032] 次に、この発明の第2実施の形態につき、図2を参照して説明する。図2は、この発明の第2の実施形態にかかる反射防止構造を有する曲面金型の製造を工程別に示す断面図である。尚、第1の実施形態と同一部分には同一符号を付し、重複を避けるために、その詳細な説明は割愛する。

[0033] 図2(a)に示すように、第1の実施形態と同様に、光学ピックアップ用対物レンズ、コリメータレンズなど球面、軸対象非球面など所定の曲面形状を有する曲面母材1を用意する。

[0034] 続いて、図2(b)に示すように、曲面母材1の所定の曲面が形成された表面上に、反射防止材料11を設ける。この第2の実施形態においては、反射防止材料11として、スパッタ法により、クロム(Cr)を100nm、その上に酸化クロム(CrO)を100nm成膜する。反射防止材料11としては、上記以外に、 Al_2O_3 、 CeO_2 、 LaF_3 、 MgF_3 、 TiO_2 、 TiN 、 ZnS 、 ZrO_2 などの材料を用いることができる。

[0035] その後、図2(c)に示すように、曲面母材1に形成された反射防止材料11上に、スパッタ法により、二酸化シリコン膜(SiO_2)膜2を500nmから1μm程度成膜する。この実施形態においては、膜厚900nmの二酸化シリコン膜(SiO_2)膜2を成膜した。この二酸化シリコン膜(SiO_2)膜2は、第1の実施形態と同様の条件で形成した。

[0036] そして、図2(d)に示すように、二酸化シリコン膜(SiO_2)膜2上に膜厚600nmのレジスト膜3を形成する。このレジスト膜3も第1の実施形態と同じものを用いた。

[0037] 続いて、図2(e)に示すように、塗布したレジスト膜3に対して、第1の実施形態と同様に、露光、現像を行い250nmピッチで円錐状の突起が多数形成されたレジストパターン30を形成した。

[0038] 次に、図2(f)に示すように、上記レジストパターン30をマスクとして、第1の実施形態と同様に、反応性イオンエッチング(RIE)により、二酸化シリコン膜(SiO₂)膜2をパターニングする。このパターニングにより加工深さ500nmの円錐状の溝21を形成した。このパターニングも第1の実施形態と同様の条件で行った。

[0039] その後、図2(g)に示すように、酸素プラズマアッシングでレジスト30を除去すると、所定の曲面を有して、表面に円錐状の微細且つ緻密な凹凸が設けられた二酸化シリコン膜(SiO₂)からなる反射防止構造2aが形成されることになる。

[0040] そして、図2(h)に示すように、金型(スタンパ)となる金属層4を二酸化シリコン膜(SiO₂)からなる反射防止構造2a上に形成する。

[0041] 最後に、図2(i)に示すように、二酸化シリコン膜(SiO₂)と金属層4との境界から機械的に金型(スタンパ)4aを剥離させることにより、この実施形態による250nmピッチで円錐状の凹凸が形成された反射防止構造を有する曲面金型4aが得られる。

[0042] 上記の第2の実施形態においては、第1の実施形態の効果に加え、反射防止材料11により、レジストのパターニングをより緻密に行えるので、より微細で緻密な凹凸形状からなる反射防止構造を有する曲面金型4aを形成することができる。

[0043] 次に、この発明の第3実施の形態につき、図3を参照して説明する。図3は、この発明の第3の実施形態にかかる反射防止構造を有する曲面金型の製造を工程別に示す断面図である。尚、第1、第2の実施形態と同一部分には同一符号を付し、重複を避けるために、その詳細な説明は割愛する。

[0044] 図3(a)に示すように、第1の実施形態と同様に、光学ピックアップ用対物レンズ、コリメータレンズなど球面、軸対象非球面など所定の曲面形状を有する曲面母材1を用意する。

[0045] 続いて、図3(b)に示すように、曲面母材1の所定の曲面が形成された表面上に、反射防止機能を有する離型材料12を設ける。この第3の実施形態においては、離型材料12として、紫外線対応の反射防止機能を有するレジストを塗布し、ハードベークしたもの用いた。この実施形態では、レジストとして、東京応化工業株式会社製の商品名「SWK-248DT_r」を用い、180°Cでハードベークした。

[0046] その後、図3(c)に示すように、曲面母材1に形成された離型材料12上に、スパッタ

法により、二酸化シリコン膜(SiO_2)膜2を500nmから1 μm 程度成膜する。この実施形態においては、膜厚900nmの二酸化シリコン膜(SiO_2)膜2を成膜した。この二酸化シリコン膜(SiO_2)膜2は、第1の実施形態と同様の条件で形成した。

- [0047] そして、図3(d)に示すように、二酸化シリコン膜(SiO_2)膜2上に膜厚600nmのレジスト膜3を形成する。このレジスト膜3も第1の実施形態と同じものを用いた。
- [0048] 続いて、図3(e)に示すように、塗布したレジスト膜3に対して、第1の実施形態と同様に、露光、現像を行い250nmピッチで円錐状の突起が多数形成されたレジストパターン30を形成した。
- [0049] 次に、図3(f)に示すように、上記レジストパターン30をマスクとして、第1の実施形態と同様に、反応性イオンエッチング(RIE)により、二酸化シリコン膜(SiO_2)膜2をパターニングする。このパターニングにより加工深さ500nmの円錐状の溝21を形成した。このパターニングも第1の実施形態と同様の条件で行った。
- [0050] その後、図3(g)に示すように、酸素プラズマアッシングでレジスト30を除去すると、所定の曲面を有して、表面に円錐状の微細且つ緻密な凹凸が設けられた二酸化シリコン膜(SiO_2)からなる反射防止構造2aが形成されることになる。
- [0051] そして、図3(h)に示すように、金型(スタンパ)となる金属層4を二酸化シリコン膜(SiO_2)からなる反射防止構造2a上に形成する。
- [0052] その後、図3(i)に示すように、離型材12と二酸化シリコン膜(SiO_2)との境界から機械的に二酸化シリコン膜(SiO_2)と一体に金型(スタンパ)4aを剥離させる。
- [0053] 続いて、図3(j)に示すように、酸素プラズマにより、金型(スタンパ)側に付着した離型材用のレジストを除去し、反応性イオンエッチング(RIE)により、二酸化シリコン膜(SiO_2)2aのみ除去する。この時のエッチングガスは、 CHF_3 を用いた。このようにして、この実施形態による250nmピッチで円錐状の凹凸が形成された反射防止構造を有する曲面金型4aが得られる。
- [0054] 上記の第3の実施形態においては、金型(スタンパ)側と母材1側の分離が容易に行える。
- [0055] ところで、上記した微細な凹凸からなる反射防止機能を形成した金型を用いて樹脂充填により、光学素子を形成するときに、樹脂が高アスペクトの微細パターンに充填

されることになる。このため、樹脂と金型を剥離するときの負荷が大きくなる。特に、パターンのない領域とパターン領域の境界において付着力が急激に増すため、スタンパや成型品が破損する虞がある。そこで、この第4の実施形態は、剥離時の負荷を少なくするものである。このため、光学素子の外周から内周に向かって、徐々に光学素子の反射防止機能の凹凸の深さを深くして行き、剥離時の負荷を徐々に増加するようにして、樹脂を充填したときに外周側から剥がれやすくしたものである。以下、この第4の実施形態を図4及び図5に従い説明する。

[0056] 図4は、この発明の第4の実施形態にかかる反射防止構造を有する曲面金型の製造を工程別に示す断面図、図5は、光学素子の外周から内周に向かって、徐々に光学素子の反射防止機能の凹凸の深さを深くするための露光工程を示す平面図である。尚、第1、第2、第3の実施形態と同一部分には同一符号を付し、重複を避けるために、その詳細な説明は割愛する。

[0057] 図4(a)に示すように、光学ピックアップ用対物レンズ、コリメータレンズなど球面、軸対象非球面など所定の曲面形状を有する曲面母材1を用意する。

[0058] 続いて、図4(b)に示すように、曲面母材1の所定の曲面が形成された表面上に、RFマグネットロンスパッタにより膜厚900nmの二酸化シリコン膜(SiO₂)膜2を成膜した。この二酸化シリコン膜(SiO₂)膜2は、第1の実施形態と同様の条件で形成した。

[0059] そして、図4(c)に示すように、二酸化シリコン膜(SiO₂)膜2上にレジストを塗布する。このレジスト塗布は、レジストとして、例えば、住友化学工業株式会社製の商品名「NEB22」の電子線用ネガ型レジストを用いて、回転数3000rpmでスピンドルコート塗布し、膜厚600nmのレジスト膜3aを形成した。

[0060] 続いて、図4(d)、図5に示すように、塗布したレジスト膜3aに対してEB描画装置を用いて照射する。照射は外周に行くほど照射エネルギーを高くした。例えば、図5に示すように、100 μm角で照射して描画するが、有効領域30aは、10 μC/cm²のエネルギーで照射し、その外側にあたる領域30b1は、12 μC/cm²のエネルギーで照射し、その外側にあたる領域30b2は、14 μC/cm²のエネルギーで照射し、最外周にあたる領域30b3は16 μC/cm²のエネルギーで照射した。そして、EB描画後、110°Cのホットプレートで2分露光後ベーク(PEB)した後、シブレイ・ファーアイースト

株式会社製の現像液型番「MF CD-26」で2分間現像した。その結果、有効領域30a部分は250nmピッチで円錐状の突起が多数形成され、その外側に行くほど突起が太くなる領域30bのレジストパターン31を形成した。このレジストパターン31は、有効領域から外側に行くほど凹凸パターンの体積比率が変化したマスクとなる。

[0061] 次に、図4(e)に示すように、上記レジストパターン31をマスクとして反応性イオンエッチング(RIE)により、二酸化シリコン膜(SiO₂)膜2をパターニングする。この実施形態では、RIEエッチング装置として、アルバック(ULVAC)株式会社製の商品名「NL D-800」を用い、エッチングガスとして、C₄F₈とCH₂F₂の混合ガスを用い、アンテナ電源を1500W、バイアス電源を400W、二酸化シリコン膜(SiO₂)のエッチングレートを12nm/secとして、有効領域に加工深さが500nmの溝21が形成されるようにエッチングした。この結果、有効領域30aの外側に位置する領域は、外周から内周に向かって、徐々に反射防止機能の溝の深さが深くなるパターンが形成された。

[0062] その後、図4(f)に示すように、酸素プラズマアッシングでレジスト30を除去すると、所定の曲面を有して、有効領域30aの外側に位置する領域は、外周から内周に向かって、徐々に反射防止機能の深さが深くなり、有効領域30aは所定の微細で且つ緻密な凹凸形状の二酸化シリコン膜(SiO₂)からなる反射防止構造2bが形成されることになる。

[0063] そして、図4(g)に示すように、金型(スタンパ)となる金属層4を二酸化シリコン膜(SiO₂)からなる反射防止構造2bに形成する。金属層4は、まずニッケル(Ni)シード層をスパッタで形成した後、その上に電界メッキでニッケル層を形成し、裏面を研磨して所定の厚さの金型(スタンパ)となる金属層4を形成する。

[0064] 最後に、図4(f)に示すように、二酸化シリコン膜(SiO₂)と金属層4との境界から機械的に金型(スタンパ)4aを剥離させることにより、この実施形態による有効領域30aの外側に位置する領域は、外周から内周に向かって、徐々に反射防止機能の溝の深さが深くなり、有効領域30aでは250nmピッチで円錐状の凹凸が形成された反射防止構造を有する曲面金型4bが得られる。

[0065] このように、有効領域30aの外側に位置する領域は、外周から内周に向かって、徐々に反射防止機能の深さが深くなり、有効領域30aでは所定のピッチで円錐状の凹

凸が形成された反射防止構造を有する曲面金型4b用いることで、樹脂を充填したときに外周側から剥がれやすくなり、スタンパや成型品が破損する虞がなくなる。

[0066] 図1に示す全て同じ深さの反射防止構造が形成された金型を用いて成型品を作成する。また、図4に示す金型を用いて成型品を作成する。この図1の金型を用いた際と図4の金型を用いた際の付着力を比較する。この結果、図6に示すように、この発明によれば、外周部分から外周に向かう領域11bでの付着力が小さくなる。この結果、この発明の第4の実施例によれば、樹脂を充填したときに外周側から剥がれやすくなり、スタンパや成型品が破損する虞がなくなる。

[0067] この第4の実施形態の構造は、上記した第2、第3の実施形態に適用しても同様の効果が得られる。

[0068] また、上記した実施形態では、シリコン系膜として二酸化シリコン膜(SiO_2)膜を用いているが、シリコン(Si)膜、シリコン(SiN)窒化膜などを用いることもできる。さらに、有機シラン等を用いてスピンドルコートにより形成したSOG膜をシリコン系膜として用いることもできる。

[0069] 次に、上記したこの発明にかかる金型を用いて光学素子を製造する場合につき、図7を参照して説明する。図7は、この発明かかる光学素子の製造方法に用いられる成形型の形状及び構造を示す側方断面図である。この成形型は、固定型60と可動型70とを備る。固定型60に対して可動型70を突き合わせて、両型60、70間にキャビティ80が形成され、その周囲の一部には、キャビティ80に連なるゲート81が形成される。このキャビティ80には、ゲート81を介して溶融プラスチック樹脂が供給され、内部に樹脂が充填される。

[0070] 固定型60は、中央部の第1部材61と周辺側の第2部材62とからなり、両部材61、62は、鋼材で形成されており、相互に一体的に固定されている。第1部材61には、可動型70に対向する滑らかな凹面の成型面61aが形成され、第2部材61には、成型面61aの周囲に配置される環状溝の成型面61bが形成されている。第1部材61の成型面61aは、成型品であるレンズ(図示せず)の一方のレンズ面に対応し、第2部材62の成型面62aは、レンズの周囲に設けたフランジに対応する。

[0071] 可動型70は、中央側の型部材である突き出し部71と、この突き出し部71を周囲か

ら支持する本体部72とからなる。突き出し部71の先端には、上記したこの発明の第1乃至4の実施形態のいずれかによる方法により製造された金型(スタンパ)4aが取り付けられている。金型4aは、レンズの他方のレンズ面に対応した凹面に形成され、その凹面表面には、微細で且つ緻密な凹凸面からなる反射防止構造40aが形成されている。本体部72によって形成される周囲の成型面72aは、周囲のフランジに対応する。

[0072] 突き出し部71は、本体部72に設けられた孔72b中に嵌め合わされた状態で軸(X)方向に摺動可能に取り付けられている。両型60、70を離間させる型開き後において、この突き出し部71を本体部72に対して固定型60側に移動させることにより、可動型70側に残るレンズを離型させる。

[0073] 次に、図7に示す成形型を用いたレンズの成形について簡単に説明する。まず、可動型70を固定型60に接合することによって型閉じを行う。この際、固定型60と可動型70は、図示を省略した嵌合ピン等のアライメント機構を利用して互いに位置合わせられた状態で固定される。このような型閉じによって、固定型60の成形面61a、61bと可動型70の成形面40a、72aとを閉じ合わせた形状のキャビティ80が両型60、70間に形成される。

[0074] 次に、両型60、70間に形成されたキャビティ80中に溶融プラスチック樹脂を射出する。溶融プラスチック樹脂は、ゲート81を介して両型60、70間のキャビティ80中に導入され、キャビティ80が溶融プラスチック樹脂で充填される。

[0075] 続いて、キャビティ80中に充填された溶融プラスチック樹脂を放熱・冷却する。キャビティ80中に射出された溶融プラスチック樹脂の温度は、通常200～300°Cであり、通常100～180°Cに保持された両型60、70の成形面40a、72a、61a、61bに接すると、溶融プラスチック樹脂が冷却されて硬化する。この際、突き出し部71の成形面40aに形成された微細凹凸パターンに溶融プラスチック樹脂がほぼ完全に入り込む。

[0076] 次に、キャビティ80中に充填された溶融プラスチック樹脂が完全に硬化するまで待つ。これにより、キャビティ80の形状に対応するレンズが得られる。このレンズの一方の面は、成形面61aに対応して滑らかな凸面となっており、レンズの他方の面は、成形面40aに対応して反射防止構造を有する凸面となっている。また、レンズの周囲に

は、成形面61b、72aに対応してフランジが形成されている。

[0077] その後、可動型70を固定型60から離間させる型開きを行う。この結果、成形品は、可動型70側に残り、固定型60から離型した状態となる。

[0078] そして、図示しない駆動装置を用いて、突き出し部71を、本体部72に収納された状態から固定型60側に駆動する。これにより、レンズを可動型71から完全に離型するわち分離させることができる。

[0079] このようにして得たレンズは、光ピックアップ装置など適用することができる。なお、上記した実施形態では、可動金型70に微細凹凸パターンを有する金型を取り付けているが固定金型60側に取り付けたり、可動金型70と固定金型60の双方に取り付けたり、製造する光学素子の設計に応じて適宜この発明による金型を可動金型70と固定金型60に用いればよい。

[0080] なお、上記した実施形態においては、微細で且つ緻密な凹凸形状の例として、反射防止構造を挙げているが、微細で且つ緻密な凹凸形状であれば他の機能の光学素子パターンの構造を製造する場合にも本発明は適用できる。例えば、位相差板を構成する微細パターンや回折格子を構成する微細パターンなどを製造する場合にも適用できる。

[0081] 今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、上記した実施の形態の説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

産業上の利用可能性

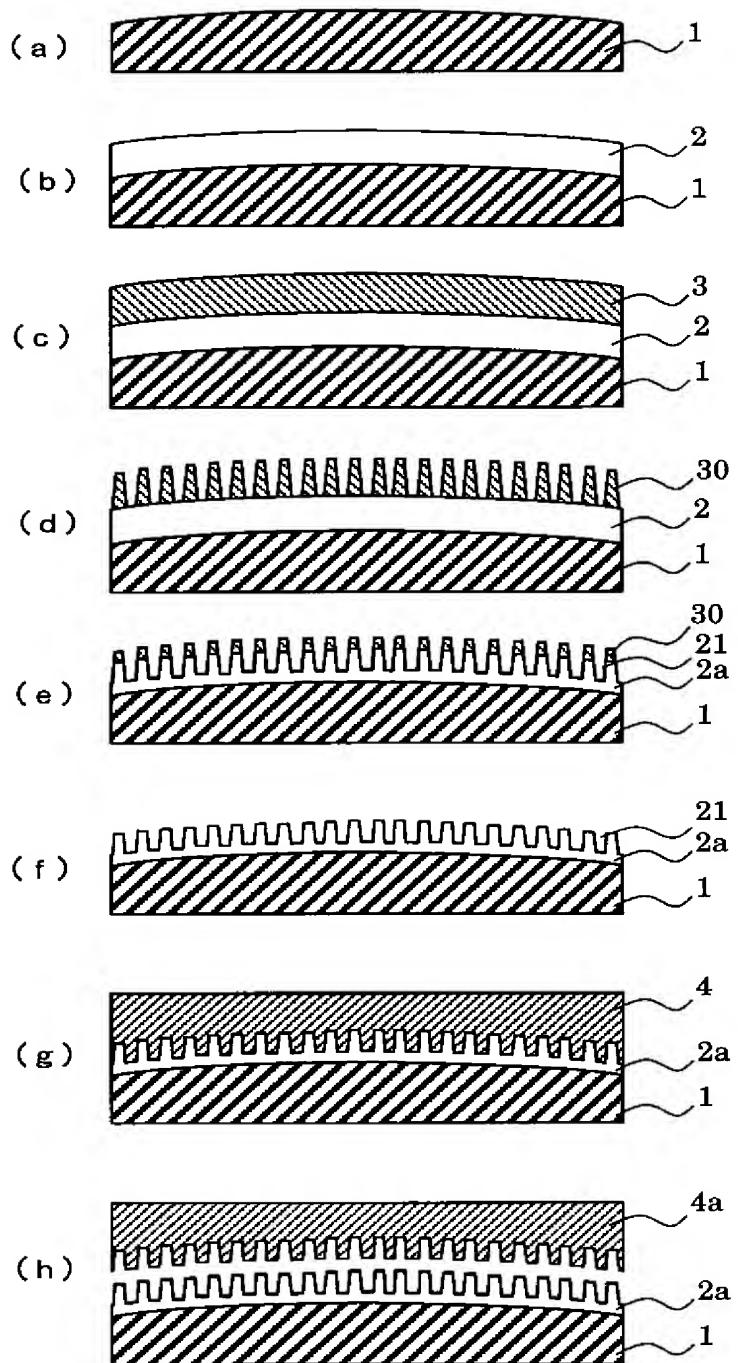
[0082] この発明は、光ピックアップ用回折格子、光ピックアップ用位相差板、光ピックアップ用レンズ、携帯電話用ディスプレイカバーなどを製造する方法に適用でき、これら部材の表面に反射防止構造を設ける場合に利用できる。

請求の範囲

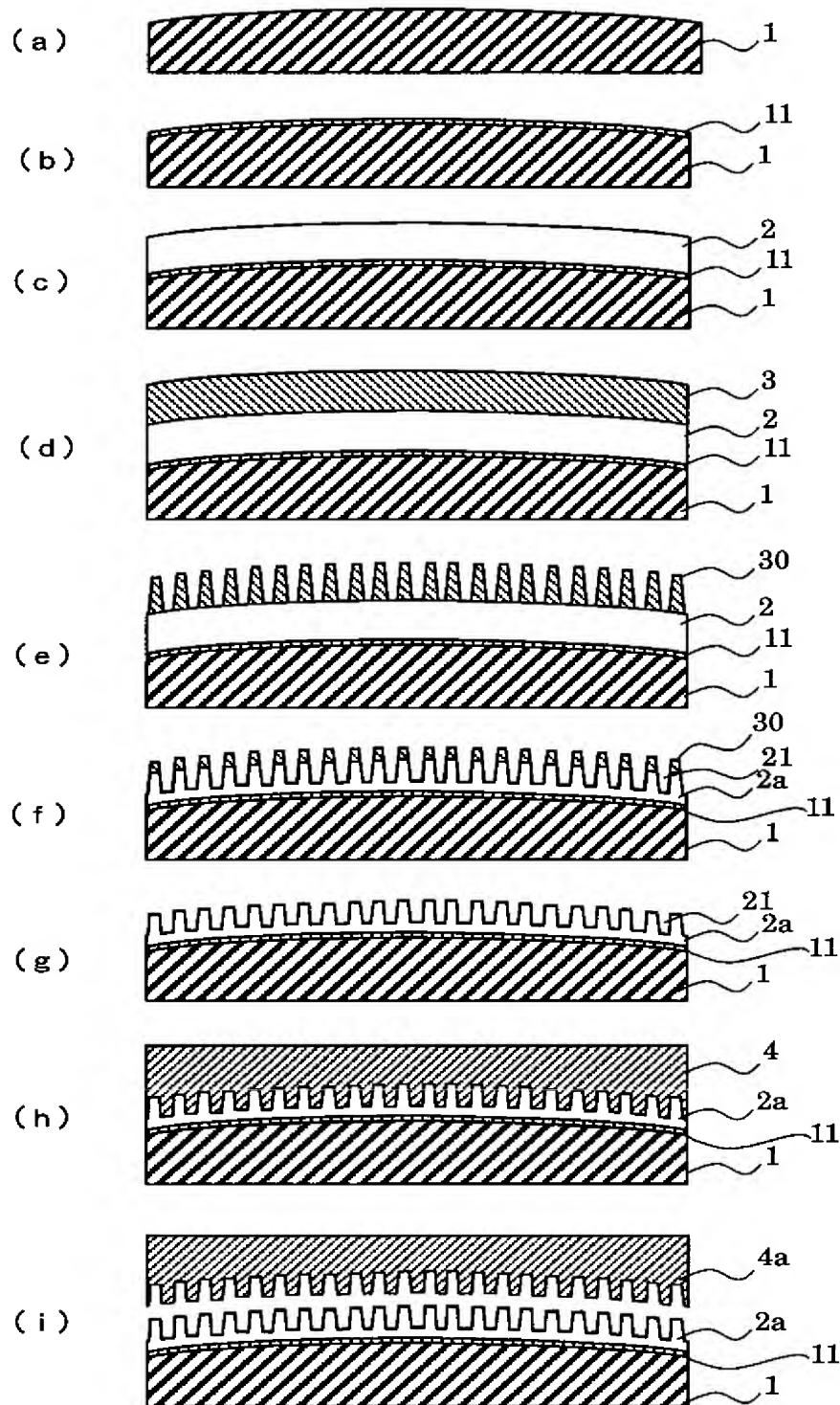
- [1] 所定形状に形成された曲面母材上にシリコン系膜を形成し、このシリコン系膜にマスクを用いて所定形状の微細な凹凸構造のパターンをエッチングを施して形成し、この微細な凹凸構造のパターンが形成されたシリコン系膜上に金型用金属を被着させ、この金型用金属に微細な凹凸構造のパターンを転写した後シリコン系膜を取り除き、曲面に微細凹凸構造を有する金型を形成することを特徴とする微細凹凸構造を有する曲面金型の製造方法。
- [2] 前記微細な凹凸構造のパターンは反射防止パターンであることを特徴とする請求項1に記載の微細凹凸構造を有する曲面金型の製造方法。
- [3] 前記マスクはフォトレジストからなり、前記曲面母材上とシリコン系膜との間に反射防止膜を形成することを特徴とする請求項1または2に記載の微細凹凸構造を有する曲面金型の製造方法。
- [4] 前記曲面母材上とシリコン系膜との間に離型材膜を形成することを特徴とする請求項1または2に記載の微細凹凸構造を有する曲面金型の製造方法。
- [5] 前記シリコン系膜は、スペッタリング法により形成された二酸化シリコン膜であることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の微細凹凸構造を有する曲面金型の製造方法。
- [6] 所定形状に形成された曲面母材上にシリコン系膜を形成し、このシリコン系膜上有効領域部分は所定形状の微細な凹凸からなるパターンを有し、その外側に行くほど凹凸パターンの体積比率が変化したマスクを設け、このマスクを用いて前記シリコン系膜に外周から内周に向かって、徐々に微細な凹凸の深さが深くなり、有効領域で所定の深さ、形状の凹凸が形成された微細なパターンをエッチングを施して形成し、この凹凸パターンが形成された基板上に金型用金属を被着させ、この金型用金属に凹凸パターンを転写した後、前記基板と金型用金属を分離して金型を形成することを特徴とする微細凹凸構造を有する金型の製造方法。
- [7] 所定形状に形成された曲面母材上にシリコン系膜を形成し、このシリコン系膜にマスクを用いて所定形状の微細な凹凸構造のパターンをエッチングを施して形成し、この微細な凹凸構造のパターンが形成されたシリコン系膜上に金型用金属を被着させ、

この金型用金属に微細な凹凸構造のパターンを転写した後シリコン系膜を取り除き、曲面に微細凹凸構造を有する金型を形成し、この金型を固定金型、可動金型の少なくとも一方に取り付け、前記固定金型と可動金型とを用いた射出成形により、少なくとも一方の面に微細凹凸構造を有する光学素子を製造することを特徴とする光学素子の製造方法。

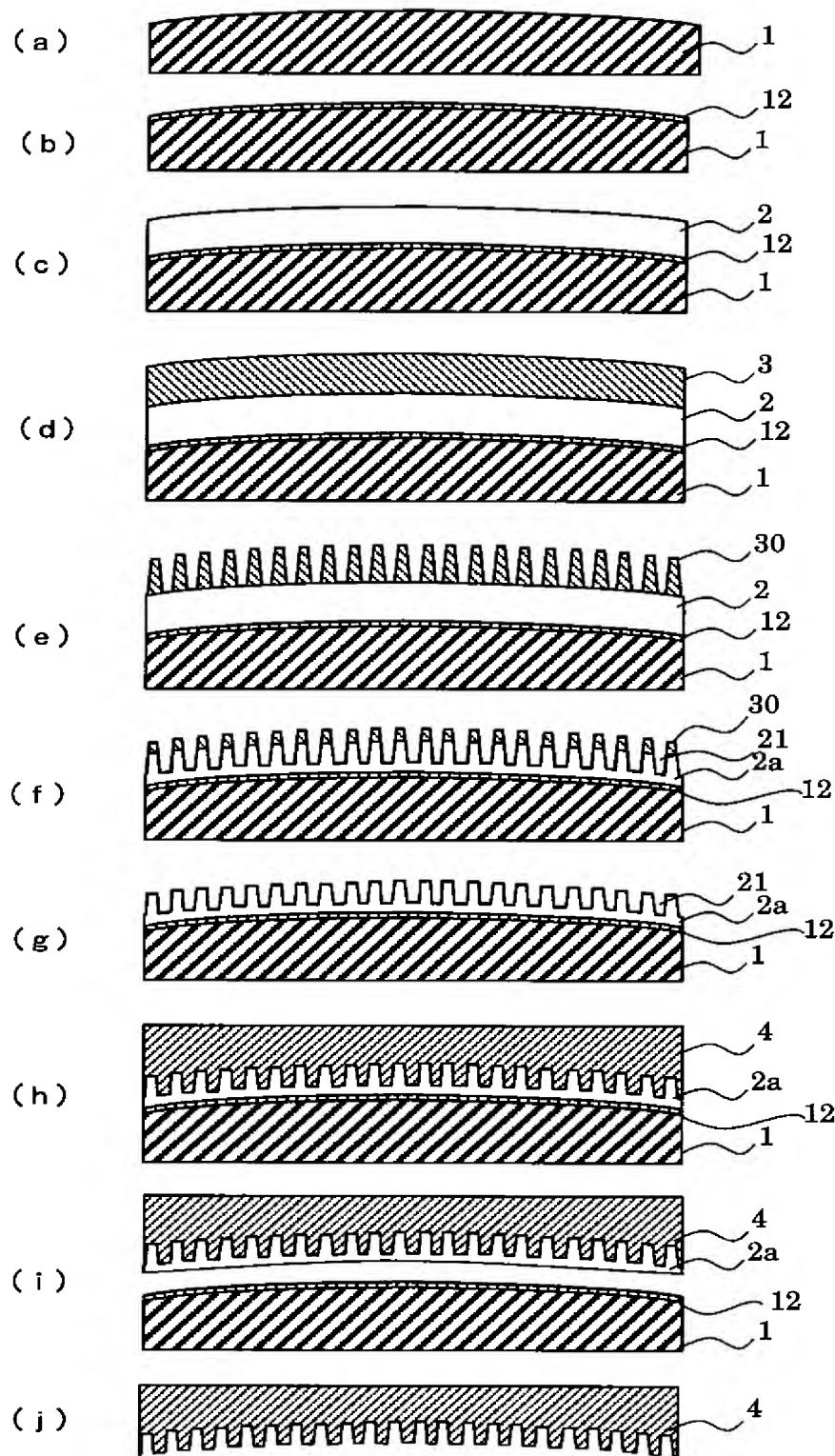
[図1]



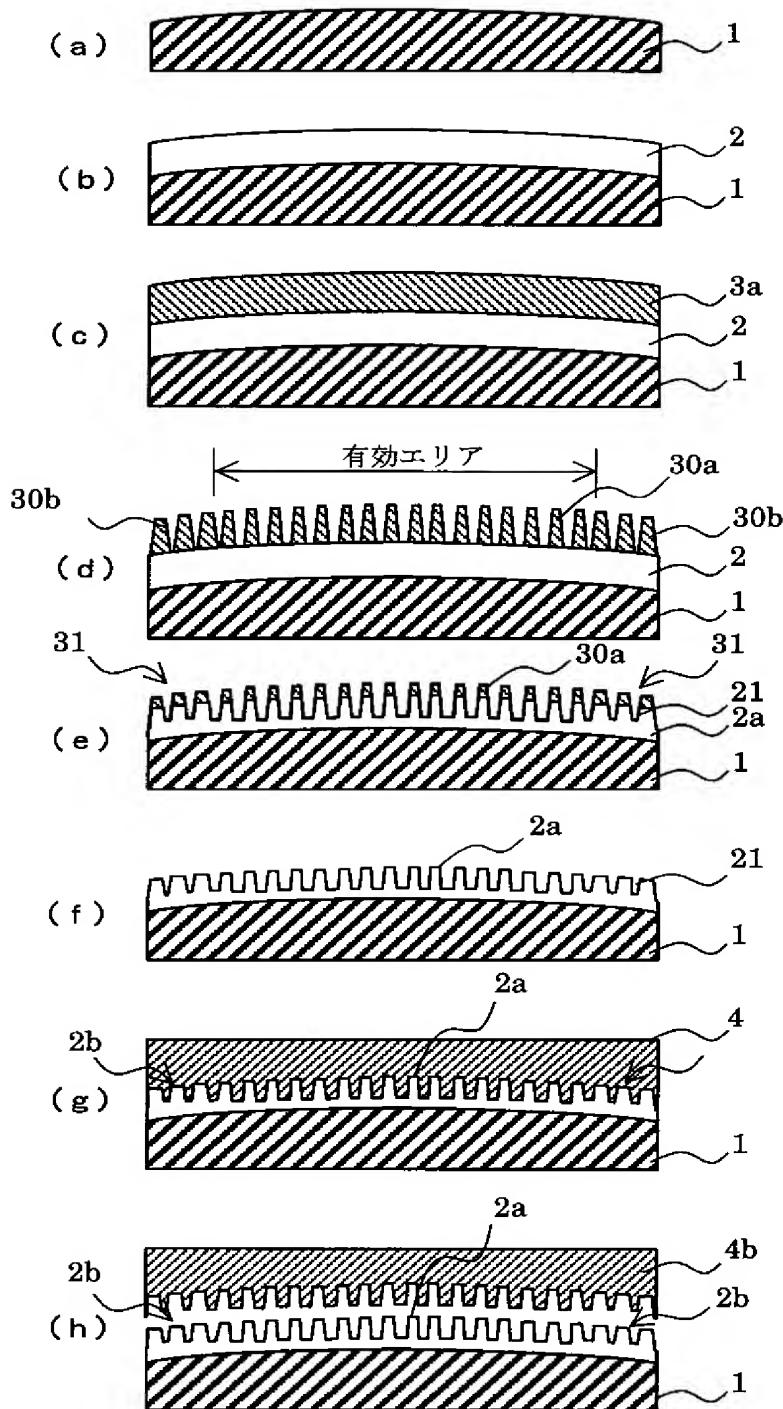
[図2]



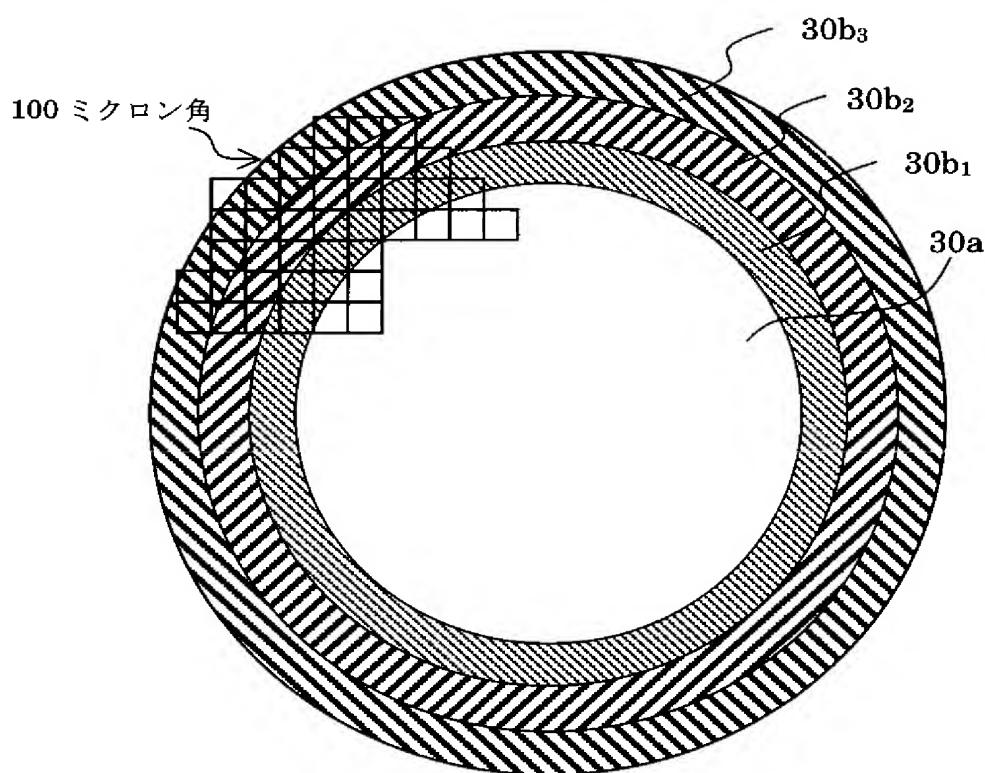
[図3]



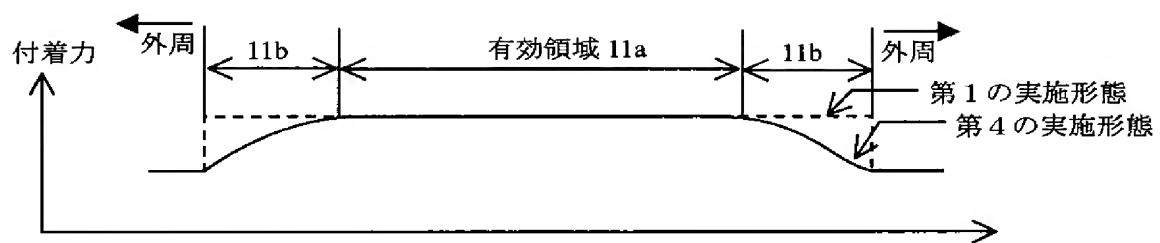
[図4]



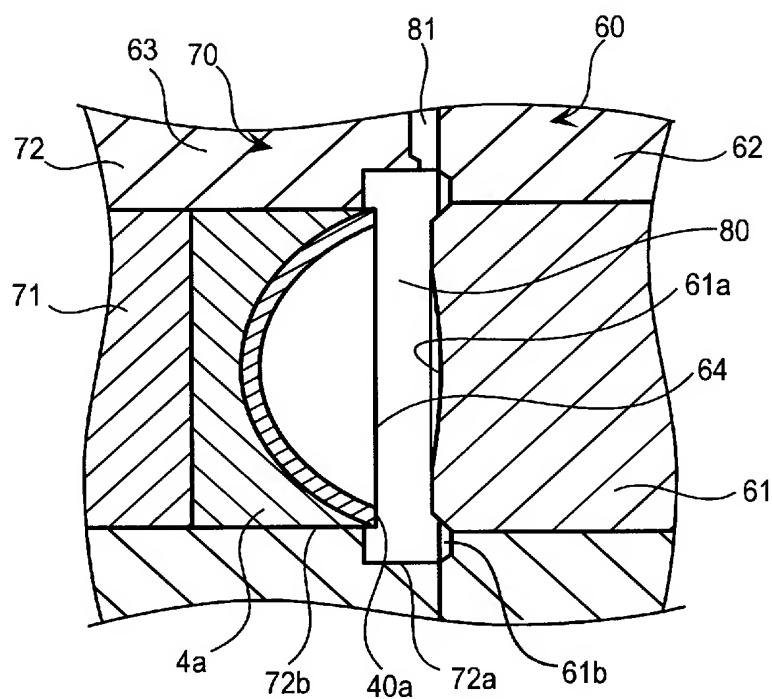
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/005012

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ B29C33/38, 33/42//B29L11:00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ B29C33/00-33/76, B29C45/00-45/84, G02B1/00-7/40

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2005	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 5-220751 A (Nikon Corp.), 31 August, 1993 (31.08.93), Par. Nos. [0002] to [0003], [0006]; Fig. 2 & DE 3418907 A1	1, 2, 5, 7 3, 4, 6
Y A	JP 2000-57638 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 25 February, 2000 (25.02.00), Par. Nos. [0007] to [0008]; Figs. 9 to 10 (Family: none)	1, 2, 5, 7 3, 4, 6
Y A	JP 9-254161 A (Enplas Corp.), 30 September, 1997 (30.09.97), Par. Nos. [0007] to [0009]; Fig. 7 (Family: none)	1, 2, 5, 7 3, 4, 6



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
13 June, 2005 (13.06.05)Date of mailing of the international search report
05 July, 2005 (05.07.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2005/005012

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2003-340844 A (Dainippon Printing Co., Ltd.), 02 December, 2003 (02.12.03), Par. No. [0005] (Family: none)	2 1, 3-7
Y A	JP 2004-12856 A (Nippon Sheet Glass Co., Ltd.), 15 January, 2004 (15.01.04), Par. No. [0026] (Family: none)	2 1, 3-7
P,A	JP 2004-268331 A (Minolta Co., Ltd.), 30 September, 2004 (30.09.04), Par. Nos. [0018] to [0039] (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl.⁷ B29C33/38, 33/42 // B29L11:00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl.⁷ B29C33/00-33/76, B29C45/00-45/84, G02B1/00-7/40

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y A	JP 5-220751 A (株式会社ニコン) 1993.08.31, 段落【0002】- 【0003】、【0006】、第2図 & DE 3418907 A1	1, 2, 5, 7 3, 4, 6
Y A	JP 2000-57638 A (松下電器産業株式会社) 2000.02.25, 段落【00 07】-【0008】、第9-10図 (ファミリーなし)	1, 2, 5, 7 3, 4, 6
Y A	JP 9-254161 A (株式会社エンプラス) 1997.09.30, 段落【0007】 -【0009】、第7図 (ファミリーなし)	1, 2, 5, 7 3, 4, 6

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13.06.2005

国際調査報告の発送日

05.7.2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

大島 祥吾

4F 3341

電話番号 03-3581-1101 内線 3430

C(続き) . 関連すると認められる文献		関連する 請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
Y A	JP 2003-340844 A (大日本印刷株式会社) 2003.12.02, 段落【0005】 (ファミリーなし)	2 1, 3-7
Y A	JP 2004-12856 A (日本板硝子株式会社) 2004.01.15, 段落【0026】 (ファミリーなし)	2 1, 3-7
P, A	JP 2004-268331 A (ミノルタ株式会社) 2004.09.30, 段落【0018】-【0039】 (ファミリーなし)	1-7